

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2588849号

(45)発行日 平成9年(1997)3月12日

(24)登録日 平成8年(1996)12月5日

(51)Int.Cl.⁶
H 0 1 L 33/00
C 3 0 B 33/06

識別記号 庁内整理番号
H 0 1 L 33/00
C 3 0 B 33/06

F I
H 0 1 L 33/00
C 3 0 B 33/06

技術表示箇所
A
E

請求項の数2(全5頁)

(21)出願番号 特願平6-297777
(22)出願日 平成6年(1994)10月26日
(65)公開番号 特開平8-130326
(43)公開日 平成8年(1996)5月21日

(73)特許権者 594023308
黃 國欣
台灣新竹市東区光復路一段36號10樓之1
(72)発明者 黃 國欣
台灣新竹市東区光復路一段36號10樓之1
(72)発明者 陳 澤澎
台灣新竹市北区光華二街81巷10弄55號3
樓
(74)代理人 弁理士 竹本 松司 (外4名)
審査官 後藤 時男
(56)参考文献 特開 昭64-9899 (J P, A)

(54)【発明の名称】透光導電薄膜応用の半導体結晶結合方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 a. 一個の半導体素子を含む第1結晶を準備する；
b. 第2半導体基板を準備する；
c. 該第2半導体基板上に一層の透光導電薄膜を形成する透光導電薄膜を形成する；
d. 該第2半導体基板と第1結晶をきつく挟み、透光導電薄膜が第2半導体基板と第1結晶の間を介するようにする；
e. きつく挟んだ2片の結晶を高温中で一段時間加熱し、もって結晶を結合する；
以上のステップを含む、透光導電薄膜応用の半導体結晶結合方法。

【請求項2】 透光導電薄膜は、ヨウ素すず酸化物 (ITO)、カドミウムすず酸化物 (CTO) などの材料と

2

する、請求項1に記載の透光導電薄膜応用の半導体結晶結合方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、一種の透光導電薄膜応用の半導体結晶結合方法に関する。

【0002】

【従来の技術】発光ダイオードの領域では、発光ダイオードの光度を高める方法として一般に透明の基板が用いられる。600 nm のアルミニウムガリウムヒ素 (AlGaAs) の赤色発光ダイオードを例にとると、この類の発光ダイオードの構造は、ほぼ3種類に分けられる。図1中のダイオード構造は、正の導電性のガリウムヒ素 (GaAs) を基板11のモノヘテロとしている。モノヘテロ構造は正の導電性を帯びた1層のAlG

a As 層を成長させ、さらに一層の負の導電性を帯びた AlGaAs 層 13 を成長させる。この種の発光ダイオードの光度は 500~800 mcd とされる。

【0003】図 2 中の発光ダイオードはダブルヘテロ構造である。ダブルヘテロ構造は、一つの正の導電性の AlGaAs 底層 22、一つの不純物を含まない活性 AlGaAs 中層 23、及び一つの負の導電性の AlGaAs 上層 24 を包含する。その基板は正の導電性を帯びた GaAs 層 21 とされる。この類の発光ダイオードの発光光度は約 1.5 cd である。

【0004】図 3 中の発光ダイオードの構造は、図 2 に類似しており、一つの正の導電性の AlGaAs 底層 31、一つの不純物を含まない活性 AlGaAs 中層 32、及び一つの負の導電性の AlGaAs 上層 31 を包含する。但し、基板は、正の導電性を帯びた AlGaAs 基板 31 に代えられる。この種のダイオードの発光の光度は約 3 cd に達し、図 3 に示される構造は図 2 の構造に比べ、発光ダイオードの光度が約 2 倍となっている。その主な原因是、透明基板を採用したことであり、これにより発光ダイオードの発生する光が透明基板の方向に進むとき、吸収されないためである。

【0005】以上の図に示された従来の発光ダイオードの構造中、各半導体層はいずれも液相結晶法で成長させられ、図 3 中のダイオード構造が最も良い発光効率を有する。しかし非常に厚い AlGaAs 基板を成長させるのは非常に困難であり、そのためこの類のダイオードの生産は半導体メーカーにとって大きな挑戦となっている。

【0006】高効率のその他の色の範囲の発光ダイオード、例えば緑色から赤色の範囲 (560~630 nm) の高光度アルミニウムガリウムインジウムリン (AlGaN P) 発光ダイオードの生産においては、図 4 に示されるように、この伝統的なダブルヘテロは一つの負の導電性を帯びた AlGaN P 底層 43、一つの不純物のない活性 AlGaN P 層 44、及び正の導電性を帯びた AlGaN P 上層 45 を包含する。電極接触端 47、41 からの導電电流の流散を増加するために、ダブルヘテロの AlGaN P 上層 45 にあってはまた一層の正の導電性を帯びた厚いウインド層 46 が成長している。

【0007】現在の AlGaN P ダイオード中、一般には負の導電性を帯びたガリウムヒ素 (GaAs) を基板としている。しかし大部分の基板へと発される光はおとんどこの不透光の基板に吸収され、ダイオードの発光効率は制限されてしまう。アメリカ合衆国 HP 社の F. A. Kish 等により提出された GaAs を腐食し一つの透明な同様に負の導電性のガリウムリン (GaP) 基板と結合し、改良したダイオードでは、その中に使用される結晶結合技術は先にアメリカ合衆国のマサチューセッツ州リンカーン実験室の Z. L. Liao 等による研

究を発展させたものである。この種の改良式のダイオードは、比較的良好な発光度を有するとはいって、二つの欠点を有していた。一つの欠点は、結晶結合は相当高い温度中、一般には 830°C 以上で進行されなければならないこと。もう一つは、GaP と AlGaN P の接合面上に、格子定数のミスマッチにより、容易に結晶の弯曲或いは破裂を起こしやすいことである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、一種の新たな結晶結合技術を提供し、もって従来の技術における困難な点及び欠点を克服することを主旨とし、本発明中の結合技術は透明基板を不透明基板に代えて用い、生産する発光ダイオードが高い発光効率を有するようすることを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の透光導電薄膜応用の半導体結晶結合方法は以下のステップを包含するものとする：

- a. 一個の半導体素子を含む第 1 結晶を準備する；
- b. 第 2 半導体基板を準備する；
- c. 該第 2 半導体基板上に一層の透光導電薄膜を形成する透光導電薄膜を形成する；
- d. 該第 2 半導体基板と第 1 結晶をきつく挟み、透光導電薄膜が第 2 半導体基板と第 1 結晶の間を介するようにする；
- e. きつく挟んだ 2 片の結晶を高温中で一段時間加熱し、もって結晶を結合する Q

【0010】さらに、上記透光導電薄膜は、ヨウ素すず酸化物 (ITO)、カドミウムすず酸化物 (CTO) などの材料とする。

【0011】

【作用】本発明は一種の半導体結晶結合技術に関し、この技術は一つの透光導電薄膜を半導体結晶とともに一つの半導体素子を含む結晶の間に置き、その間の接着剤とし、もって結晶の結合に利用する。この結晶結合技術は、まず半導体素子を含む構造の基板を腐食し、べつに一つの同じく導電性の基板を取り、並びに一つの透光導電薄膜をめっきし、さらに半導体素子を含む構造の結晶と該基板をきつく挟み、高温炉中である時間加熱し基板を結合する。上述の透光導電薄膜をめっきして有する透光導電薄膜の基板は例えば透明基板を採用し、ダイオードの発光効率を高め、透光導電薄膜を加えて透明基板が比較的低温で結合させられるようにする。薄膜層はまた結合された結晶間の異なる結晶格子定数の緩衝層となされ、結晶結合界面の構造を改良する。

【0012】

【実施例】本発明は、一種の結晶結合技術を提供し、図 2 に示される従来の発光ダイオードの発光効率を改良し、その主な目的は、不透明な半導体基板を透明な基板に変えることにある。基板を容易に結合し、並びに基板

とダブルヘテロ間の異なる結晶格子の界面を緩衝するために、結合される基板上に一層の透光導電薄膜をめっきし、これを緩衝層とする。

【0013】本発明の技術は一種の簡単で高効率の生産方式を提供し、もって高い発光効率を有する発光ダイオードを製造する。

【0014】一片のITO透光薄膜をめっきした負の導電型GaP透明基板ともう一片の負の導電型のGaP基板を、500°Cの下で、ある時間加熱して結合させ完成したものは、図6中に示されるように、この結合の基板は非常に良好な電流-電圧線性反応を有する。図7はもう一つの結合基板の電流-電圧線性反応特性図であり、この結合基板は700°Cの温度下である時間経過して加熱結合させ製造される。その電流と電圧も非常によい線性反応を有する。必ず注意すべきことは、結合界面中の透光導電薄膜は、良好な透光性と導電性を有さねばならないことで、類似特性を有するその他の材料には、カドミウムすず酸化物(CTO: Cadmium-Tin-Oxide)薄膜も同様の効果を出すことができる。この一つの基板結合技術の利用により発光ダイオードの光度を高めることができる。

【0015】本発明により製造する発光ダイオードの発光強度は大体図3に示される従来の発光ダイオードと同じである。しかし、非常に厚いAlGaN基板を成長させる難しさがない。

【0016】図2に示すように、従来の発光ダイオード中のダブルヘテロは一つの正の導電性の基板を有し、基板上にまず一層の正の導電性のAlGaN層を成長し、その上にさらに一層の不純物のない開活性AlGaN層を成長し、最後に一つの負の導電性のAlGaN層を成長する。

【0017】本発明は、図5に示すように、従来のダイオードと同様、まず一般の腐食技術を用いて選択式にその基板を予め腐食除去する。新たな基板は同様に正の導電性を帯びたGaP透明基板51であり、その表面は一層の薄いITO透光薄膜52でめっきされる。さらにそれと除去基板のダブルヘテロをきつく挟んだ後窒素ガス或いは水素ガスの高温炉中で、500°Cの温度下で約1時間加熱し、結晶の接合を完成する。これにより本発明の構造は、一つの正の導電性を帯びたGaP透明基板51、一つのITO透光薄膜52、一つの正の導電性を帯びたAlGaN底層53、一つの不純物無しの活性AlGaN中層54、及び一つの負の導電性を帯びたAlGaN上層55を包含する。

【0018】現在ある結晶結合技術に比べ、本発明の技術は比較的低い温度で、比較的短い時間で結合することができる。Z. L. Liuが研究した技術では、一般に830°Cの温度下で進行し、ほぼ2時間を要する。本発明では一層の透光導電薄膜を加えた後、結晶の結合を約500°C中で進行でき、僅かに1時間を要すれば完成

し、不純物の拡散或いは超結晶格子及び量子井戸構造層と層間元素の相互拡散を免れることができ、素子の劣化を防ぐ。本発明の技術は、容易に生産が行えるほか、透光導電薄膜を緩衝層として異なる材料の間の結晶構造の違いに応じることができる。なぜなら、透光導電薄膜自身は非結晶層であり、異なる材料の異なる結晶格子定数及び熱膨張係数は緩衝されて、結合後の結晶も弯曲しにくく、故にこの技術は比較的大きな結晶を結合することができる。

【0019】本発明の技術は同様に、図4中のAlGaNを含有する従来の発光ダイオードに応用することができ、まず、負の導電性のGaN基板を腐食除去し、更にITO透光薄膜をめっきして有する負の導電性のGaP基板をかわりに結合し、もって図8中の発光ダイオードを完成する。ダブルヘテロの材料が異なっても同様の結合技術を使用することができる。図8の構造は下から上に、電極接触端81、一つの負の導電性のGaP基板82、一つのITO透光導電薄膜83、一つの負の導電性のAlGaN底層84、一つの不純物のない活性AlGaN層85、及び一つの正の導電性のAlGaN上層86、及び一つの正の導電性のウインド層87、もう一つの電極接触端88を有する。

【0020】

【発明の効果】本発明の技術では、まずダブルヘテロに成長させる基板を伝統的な腐食技術で除去し、その後、一層の透光導電薄膜を新たな透明基板の上にめっきし、さらにダブルヘテロの新基板をきつく挟み一体として高温炉中で1段時間加熱した後、結晶は互いに結合し高効率の発光ダイオードが完成する。本発明中、透光導電薄膜は非常に良好な導電性及び透光性を有し、また大部分の青色から赤色の光を通過させる。またこの薄膜は非結晶系層とされるため、格子の違いの緩衝作用を有し、故に2種の異なる材料の間の異なる結晶体構造を互いに結合させる緩衝層とされる。本発明中の結晶体結合技術は比較的低温の下で進行され、これにより生産製造が比較的容易である。一層の緩衝層薄膜を加えたことでダイオードの構造がさらに強固となり、同時にまた有効な発光効率を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のAlGaNモノヘテロを有する発光ダイオードの断面図である。

【図2】従来のAlGaNダブルヘテロを有する発光ダイオードの断面図である。

【図3】従来のAlGaNダブルヘテロ及びAlGaN基板を有する発光ダイオードの断面図である。

【図4】従来のAlGaN基板を有する発光ダイオードの断面図である。

【図5】本発明の発光ダイオードであり、一つのAlGaNダブルヘテロ及び一層のITO薄膜を有する結合

基板G a Pの断面図である。

【図6】本発明の技術をもって2片のG a P基板片をITO薄膜で50°Cで結合し一定時間処理した後の電流電圧特性図である。

【図7】本発明の技術をもって2片のG a P基板片をITO薄膜で70°Cで結合し一定時間処理した後の電流電圧特性図である。

【図8】本発明の発光ダイオードで、一つのAlGaInPダブルヘテロ及び一層のITO薄膜を有する結合基板G a Pの断面図である。

【符号の説明】

51···正の導電性を帯びたG a P透明基板

52···ITO透光薄膜

53···正の導電性を帯びたAlGaAs底層

54···活性AlGaAs中層

55···負の導電性を帯びたAlGaAs上層

81···電極接触端

82···負の導電性のG a P基板

83···ITO透光導電薄膜

84···負の導電性のAlGaInP底層

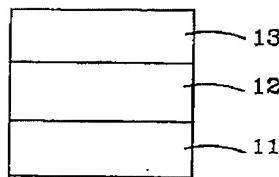
85···活性AlGaInP層

10 86···正の導電性のAlGaInP上層

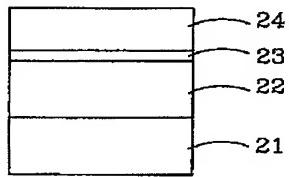
87···正の導電性のウインド層

88···電極接触端

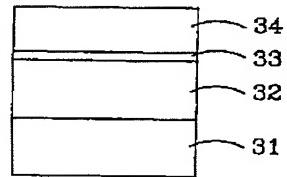
【図1】



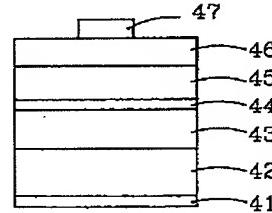
【図2】



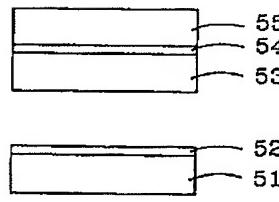
【図3】



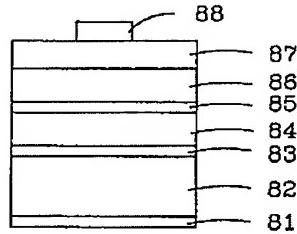
【図4】



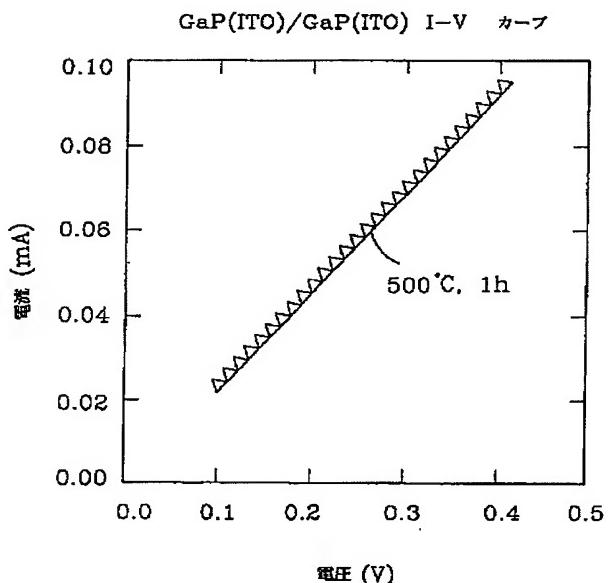
【図5】



【図8】



【図6】



【図7】

